4К

УДК 656.13

В.В. Касьяник, В.Н. Шуть
Брестский государственный технический университет, Беларусь
Беларусь, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267

Мобильный помощник водителя в выборе стратегии вождения

V.V.Kasyanik, V.N.Shut
Brest State Technical University
Belarus, 224017, Brest, st. Moskovskaya, 267

Mobile Assistant in Choice of Driving Strategy

В.В. Касьянік, В.Н. Шуть
Брестський державний технічний університет
Білорусь, 224017, м. Брест, вул. Московська, 267

Мобільний помічник водія у виборі стратегії водіння

В статье предложена система оптимизации транспортных потоков города на основе мобильного помощника водителя в выборе стратегии вождения. Система в реальном режиме времени на основе данных о работе перекрестков рекомендует водителю параметры движения. При использовании системы большинством водителей возможно достижение эффекта самоорганизации транспортной системы и перехода в режим «зеленая волна» по всем направлениям движения.
Ключевые слова: дорожное движение, стратегии вождения, адаптивное управление.

In article, the system of optimization of transport streams of the city on the basis of the mobile assistant to the driver in a choice of strategy of driving is offered. The system in a real mode of time on the basis of the intersections given about the work recommends movement parameters to the driver. When using system by the majority of drivers possibly achievement of effect of self-organizing of transport system and transition to a mode “a green wave” in all directions of movement.
Key words: traffic, driving strategies, adaptive control.

У статті запропоновано систему оптимізації транспортних потоків міста на основі мобільного помічника водія у виборі стратегії водіння. Система в реальному режимі часу на основі даних про роботу перехресть рекомендує водію параметри руху. При використанні системи більшістю водіїв можливе досягнення ефекту самоорганізації транспортної системи і переходу в режим «зелена хвиля» в усіх напрямках руху.
Ключові слова: дорожній рух, стратегії водіння, адаптивне управління.

Введение

Ежегодно увеличивающиеся темпы роста транспорта приводят к ухудшению эффективности функционирования транспортной системы. Увеличивается количество заторовых ситуаций, не эффективно используется дорожное полотно. Путей к решению возникших проблем существует несколько: расширение и модернизация транспортных магистралей (наиболее эффективный и дорогостоящий), совершенствование систем управления дорожным движением (разработка и оптимизация циклов светофорного регулирования и т.д.), новые методики управления транспортными потоками.

Улучшение и оптимизация транспортной системы и средств организации дорожного движения зачастую не приносят существенной выгоды, но, как правило, требуют больших затрат из городского и государственного бюджетов. В таких ситуациях более эффективной может оказаться оптимизация поведения водителей во время движения. Реализация такой системы проводится с помощью уже существующей инфраструктуры мобильных устройств, которые есть сейчас практически у каждого.

Целью данной статьи является создание мобильного помощника водителя для выбора стратегии вождения – (MAICODS – Mobile Assistant In Choice Of Driving Strategy), которая должна привести к упорядочиванию дорожного движения и повышению эффективности транспортной сети.

Существующие решения

В литературе встречаются различные варианты систем оптимизации поведения водителя и рекомендаций в различных дорожных ситуациях. Так, в [1] рассмотрена система с интеллектуальными светофорами и автомобилями, которые снабжены передатчиками wifi, образующими сеть на перекрестке, в рамках которой проводится оптимизация и выбор стратегии управления. После выбора стратегии она сообщается водителю на специальном дисплее автомобиля.

В системе [2] описан макет системы, работающей на основе мобильного смартфона водителя. Идея такой системы состоит в установке на смартфон специального приложения для работы со встроенной камерой смартфона. Водитель устанавливает смартфон на панели возле лобового стекла, чтобы камера имела обзор дорожной обстановки. Приложение определяет на изображениях цветовой сигнал светофора и в зависимости от расстояния до перекрестка рекомендует водителю оптимальную скорость движения для преодоления перекрестка без задержки.

В системе [3] предлагается вдоль магистрали устанавливать ленту из ламп или газоразрядных трубок, которые будут светиться зеленым или красным светом по участкам. Светящиеся участки должны перемещаться вдоль магистрали со скоростью, равной скорости «Зеленой волны». Водителю достаточно выдерживать такую скорость, чтобы он находился в зеленой зоне (рис. 1).

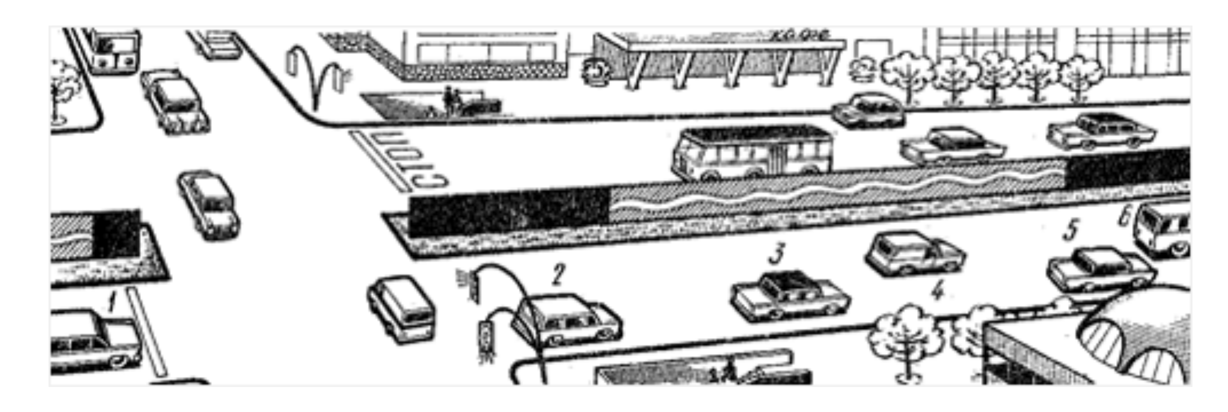


Рисунок 1 – Бегущая «зеленая волна» «нагоняет» автомобиль 1, водитель которого должен приготовиться к движению; автомобилю 2 необходимо увеличить скорость, чтобы догнать волну; автомобили 3 и 4 движутся в режиме зеленой волны; автомобилям 5 и 6 необходимо несколько снизить скорость

В системе [4] проезд перекрестков без остановок в условиях интенсивного городского движения обеспечивает Указатель Оптимальной Скорости (в дальнейшем – УОП), разработанный А.Г. Плотниковым. Он предназначен для увеличения средней

скорости движения автомобиля путем безостановочного проезда регулируемых автоматическими светофорами перекрестков. Работа всех смежных автоматических светофоров должна быть синхронизирована между собой на определенную среднюю скорость движения транспорта на этом направлении (обычно устанавливается 50 км/час, то есть организована «зеленая волна». При движении по перегону прибор постоянно информирует водителя, на какой сигнал следующего светофора и в какой его момент он подъедет при движении с данной скоростью.

УОП представляет собой электромеханическое устройство, которое посредством сравнения двух скоростей (фактической скорости движения автомобиля и виртуальной скорости движения транспортного потока, установленной взаимосвязанной работой синхронизированных светофоров) постоянно информирует водителя о его положении в этом потоке относительно сигналов последующего светофора. УОП состоит из:

1. Датчика скорости движения автомобиля, включенного в кинематическую цепь привода спидометра.

2. Датчика работы светофоров (обычно 90 с 50x50), допускается его регулировка в зависимости от марки автомобиля и установленной скорости движения.

3. Непосредственно указателя положения автомобиля на перегоне относительно сигналов светофора, к которому он сейчас подъедет.

Однако у приведенных систем существуют вполне определенные недостатки. Так, система, предложенная в [1], требует предварительного оборудования всех светофоров и автомобилей передатчиками, wi-fi модулями, gps и другими дорогостоящими системами. Водители старых автомобилей вообще не смогут воспользоваться такой системой. В системе [2] существует ключевой недостаток – зависимость от погодных условий и дорожной обстановки. Дождь, снег, большегрузные автомобили могут перекрывать обзор камеры, и система не будет работоспособной. Система [3] требует монтажа сложных вспомогательных средств на каждом перекрестке. Система [4] требует настройки «зеленой волны» для светофоров и не может применяться там, где волну настроить нельзя. Предлагаемая в данной работе система избавлена от большинства недостатков таких систем и, что самое главное, не требует существенных затрат на свое внедрение.

Мобильный помощник водителя для выбора стратегии вождения

Идея мобильного помощника водителя (МПВ) для выбора стратегии вождения заключается в следующем. В настоящее время многие водители обладают телефоном/смартфоном/коммуникатором, которые оборудованы GPS-навигацией. Ситуация на рынке мобильных устройств очень динамична, и можно ожидать появления в скором будущем таких устройств у абсолютно всех водителей. Система помощника водителя состоит из двух модулей – клиентского и серверного. Серверный модуль (СМ) располагается в специальном отделе ГАИ, который координирует светофорные объекты города. В этом отделе расположена автоматизированная система координации светофорных объектов (АСКСО), которая на специальном пульте отображает для оператора ГАИ текущее состояние транспортной системы города. СМ получает у АСКСО данные о состоянии конкретного светофорного объекта (текущий сигнал светофора) или его параметры функционирования. На основании этих данных СМ строит карту состояний светофоров всего города в текущий момент времени. Далее данная карта передается посредством сети Интернет на клиентские приложения водителей-пользователей.

Вторая часть системы МПВ является клиентским модулем (КМ) на личном смартфоне водителя. Каждый водитель может добровольно установить такое приложение на свой смартфон и сможет динамически получать карту состояний светофоров города. КМ считывает через Интернет карту состояний светофорных объектов города, далее с помощью GPS-передатчика определяет свое текущее местоположение и параметры движения (скорость, ускорение). На основании этих данных КМ рассчитывает направление и скорость движения транспортного средства, далее определяет состояния светофорных объектов на пути следования и выводит на экран мобильного устройства рекомендованную стратегию вождения. Под стратегией вождения подразумевается скорость и ускорение движения, которые могут обеспечить безостановочный проезд светофорного объекта без снижения скорости и соответственно без потери энергоресурсов. Причем система учитывает параметры работы дополнительных секций светофора и рекомендует стратегии для всех возможных направлений движения водителя. На основании этих данных водитель выбирает оптимальную на его взгляд стратегию поведения и следует ей.

Рассмотрим более подробно поведение отдельных участников дорожного движения на участке дороги между двумя перекрестками, которые оборудованы светофорными объектами (рис. 2) с учетом предложенной системы.

Так как светофоры работают в режиме жесткого регулирования движения, известны точные времена переключения сигналов светофора. Исходя из расстояния до перекрестка и скорости движения транспортного средства, для безостановочного проезда через перекресток формируется дискретное множество скоростей $\{v_1, v_2, v_3, \ldots, v_n\}$. Выбирая конкретную скорость из данного множества, водитель гарантирует проезд без остановки, при условии отсутствия чрезвычайных ситуаций.

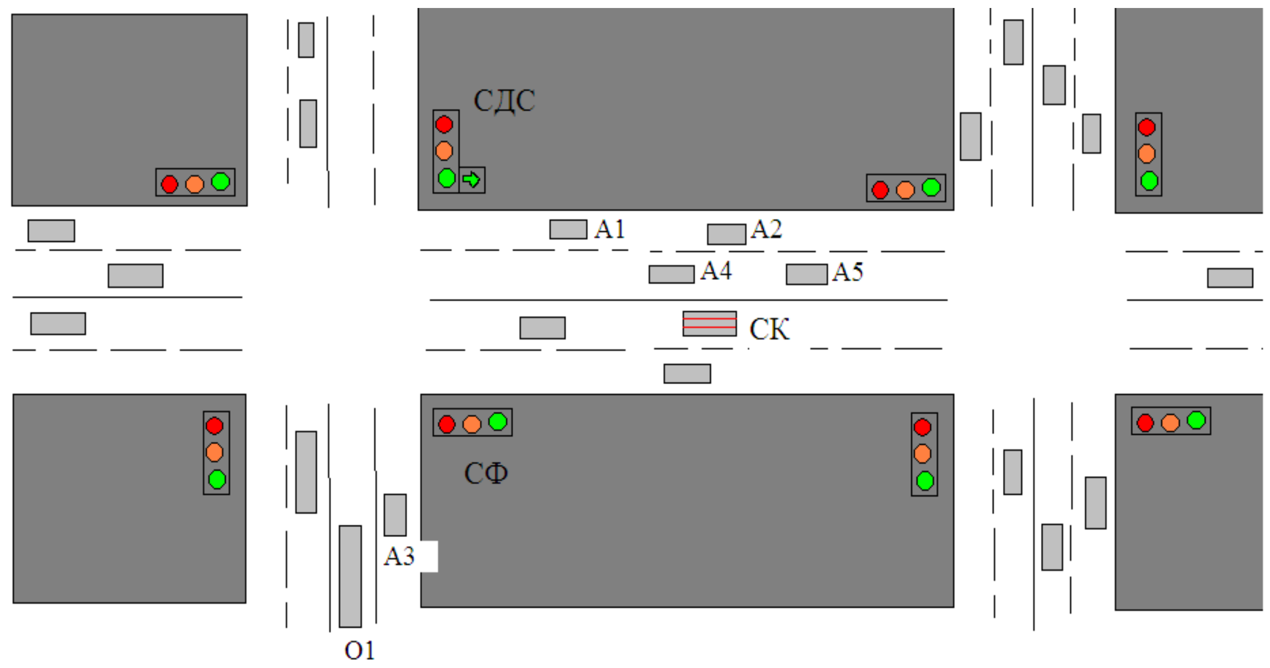


Рисунок 2 – Перегон между перекрестками

Рассмотрим ситуацию автомобиля A1 (рис. 2). В данной дорожной ситуации водителю автомобиля A1, который находится очень близко к перекрестку, системой будет предложено несколько стратегий поведения:

– S1, увеличить скорость движения до величины из множества $\{v_1, v_2, v_3, \ldots, v_n\}$ км/ч.

– S2, уменьшить скорость движения до величины из множества $\{v_1, v_2, v_3, \ldots, v_n\}$ км/ч (На очень малых расстояниях минимальной величиной может быть 0 км/ч, что значит остановку транспортного средства).

– S3, оставить скорость движения не изменой, так как она является оптимальной для проезда на зеленый сигнал светофора $\{v_i\}$.

На основе данных рекомендаций водитель автомобиля А1 выберет наиболее оптимальную на его взгляд стратегию поведения. Водитель при выборе стратегии поведения будет учитывать правила дорожного движения (ограничение скорости движения), характеристики транспортного средства (расход топлива, динамику при ускорении, торможении и т.д.), погодные условия (сухой/мокрый асфальт, видимость и т.д.).

Вероятно в данном случае водитель автомобиля А1 выберет более высокую скорость (с учетом ПДД) для проезда перекрестка, чем автомобили А2, А4, А5. Водители автомобилей А2, А3, А4, находясь значительно дальше, выберут меньшие скорости движения, что бы преодолеть перегон за время горения красного сигнала светофора. Причем водитель А4 будет снижать скорость до некой величины v_i из множества S2 (стратегия снижения скорости), так как он ближе всех к перекрестку, водитель А2 сохранит свою скорость, выбрав стратегию S3. Водитель А5 увеличит скорость, выбрав стратегию S1. Таким образом, водители данных автомобилей сформируют так называемую пачку автомобилей, которая будет двигаться в наиболее оптимальном режиме.

В аналогичной ситуации окажется водитель автомобиля А3 с той лишь разницей, что для него также будет предложена стратегия с учетом движения на дополнительную секцию.

Водитель автобуса О1 учтет технические характеристики и расписание маршрута при выборе стратегии проезда перекрестка.

Водитель скорой медицинской помощи СК выберет максимальную скорость движения с учетом дорожной обстановки для следования по вызову.

Интеллектуальная транспортная система на основе коллективного поведения водителей

Постепенное увеличение числа водителей, использующих такую систему для выбора стратегии движения, приведет к возникновению так называемого коллективного поведения. Это обусловлено свойством мобилизации в теории коллективного поведения.

Мобилизация – эффект коллективного поведения, который возникает, когда желания, устремления и осознание ситуации многими агентами направлены на определенный объект. В данном случае агентами являются водители, а действия их направлены на безостановочный проезд перекрестка.

На сегодняшний день задачи коллективного поведения описываются в теории мультиагентных систем (МАС). В основе большинства известных методов координации МАС, явно или неявно, лежит понятие «совместных обязательств» (commitments) агентов, которое постулирует необходимость выполнения агентом последовательности действий, ведущей к достижению предопределенной цели в интересах сообщества агентов. В данном случае предложенная система выступает в роли «совместных обязательств», которые водители будут невольно выполнять, чтобы не простаивать на перекрестке. В свою очередь, водители не обладающие смартфоном с такой системой, будут подстраиваться под поведение водителей, обладающих системой. Водителям-лихачам будет сложнее нарушить скоростные режимы, так как проскочить пачку плотно идущих автомобилей будет достаточно сложно и опасно. На основе этих внутренних факторов в системе автомобили-дороги-перекрестки возникает так называемая «самоорганизация».

Самоорганизация (СО) – это динамические и адаптивные процессы, ведущие к возникновению и поддержанию структуры системы без внешнего управления. Этот термин использовался ещё Р. Декартом. Он встречается в работах по кибернетике Р. Эшби (1947), который определяет СО как систему, которая сама изменяет свою организацию. Grassé (1959) определил СО в терминах “stigmergy”, в которой СО возникает за счет внутренних взаимодействий (в биологической концепции – взаимодействия насекомых) через среду. Иной взгляд на самоорганизацию был предложен И. Пригожиным (1976) (в терминах термодинамики): открытая система уменьшает свою энтропию (в системе возникает порядок из беспорядка), когда в нее поступает энергия из вне (за счет внешнего воздействия).

Такой процесс самоорганизации приводит к качественному скачку в функционировании всей транспортной системы. Весь транспортный поток сам формирует для себя «зеленую волну» (рис. 3) по всем направлениям движения, а не только по наиболее загруженным улицам.

Эффективность предложенной системы обусловлена в таком случае не только энергетическими соображениями (экономия топлива и ресурса автотранспорта) [6], но и упорядочением всей транспортной системы на основе самоорганизации. Так должно уменьшиться количество ДТП, так как «лихачить» на дороге станет достаточно сложно ввиду существования плотных пачек. Ключевыми достоинствами такого подхода является дешевизна и простота внедрения в существующую инфраструктуру. Как было отмечено ранее, нет необходимости в оснащении абсолютно всех автотранспортных средств клиентами системы. Установить точный количественный состав пользователей системы, при котором начнется самоорганизация, достаточно сложно, так как нужно учитывать еще случайные факторы, которые могут нарушать дорожную ситуацию, например различные ремонтные работы и т.д.

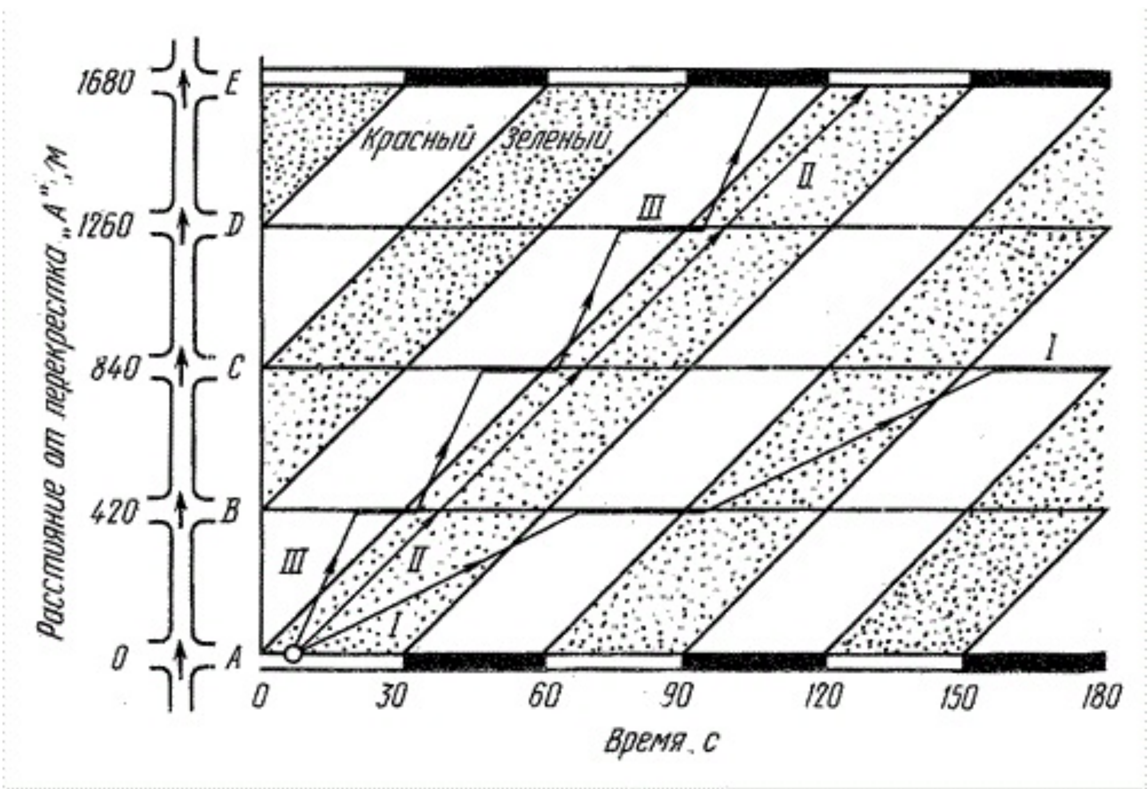


Рисунок 3 – Способ координированного управления «Зеленая волна»

Выводы

В данной работе предложена простая система поиска оптимальной стратегии поведения водителя для безостановочного проезда перекрестков города. Рассмотрены

ее принцип действия и проанализированы результаты использования такой системы в рамках всей транспортной системы. На данный момент идет разработка необходимого программного обеспечения и его тестирование на личном транспорте. Планируется разработка данной системы под большое количество существующих мобильных платформ, для обеспечения максимальной доступности водителям. В дальнейшем будет проведено определение количественных характеристик эффективности работы такой системы в транспортной сети, построена более подробная модель самоорганизующейся транспортной системы.

Литература

1. Cassenbaum O. Supervisory control of hybrid powertrains / O. Cassenbaum // Proceedings of the International Congress of Heavy Vehicles, Road Trains and Urban Transport, 6 – 9 October 2010. – Minsk, Belarus
2. Koukoumidis E. SignalGuru: Leveraging Mobile Phones for Collaborative Traffic Signal Schedule Advisory / Emmannouil Koukoumidis, Li-Shiuan Peh, Margaret Martonosi // MobiSys’11, June 28 – July 1, 2011, Bethesda, Maryland, USA.
3. Егоров В. Зеленая волна [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://icarbio.ru/articles/zelenaja-volna.html, 30.05.2012
4. Плотников А.Г. Указатель Оптимальной Скорости [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://delovar.info/idea/izobr/view=7924, 30.05.2012
5. Луканин В.Н. Автотранспортные потоки и окружающая среда / Луканин В.Н. и др. – М : Инфра-М, 1988.
6. Врубель Ю.А. Определение потерь в дорожном движении / Врубель Ю.А., Капский Д.В., Кот Е.Н. – Мн. : БНТУ, 2006.

Literatura

1. Cassenbaum O. Supervisory control of hybrid powertrains. Proceedings of the International Congress of Heavy Vehicles, Road Trains and Urban Transport, 6-9 October 2010, Minsk, Belarus.
2. Koukoumidis, Peh, Martonosi SignalGuru: Leveraging Mobile Phones for Collaborative Traffic Signal Schedule Advisory, MobiSys’11, June 28–July 1, 2011, Bethesda, Maryland, USA.
3. Egorov V. Zelenaja volna. Rezim dostupa: http://icarbio.ru/articles/zelenaja-volna.html, 30.05.2012.
4. Plotnikov A.G . Ukazatel optimalnoj skorosti. Rezim dostupa: http://delovar.info/idea/izobr/view=7924, .05.2012.
5. Lukanin V.N. Avtotransportnye potoki I okrusajuschaja sreda. M: Infra-M. 1988.
6. Vrubel Ju.A.. Opredelenie poter v dorojnom dvijenii. Mn.: BNTU, 2006.

RESUME

V.V. Kasyanik, V.N. Shut

Mobile Assistant in Choice of Driving Strategy

In the work, the simple system of search of optimum strategy of behavior for the driver for unceasing journey of intersections of the city is offered. Its principle of action and results of use of such system within all transport system are analyzed. Efficiency of the offered system is caused not only by power reasons (economy of fuel and motor transport resource) but also streamlining of all transport system on the basis of self-organizing. The number of road accident as “crazy driving” on the road increases. A key advantage of such system is low cost and simplicity of introduction in existing infrastructure. There is no need for equipment of all vehicles by clients of system. At present, there is a development of the necessary software and its testing on an individual transport. Development of this system under a large number of existing mobile platforms, for ensuring the maximum availability to drivers is planned. Further definition of quantitative characteristics of overall performance of such system in a transport network will be carried out; more detailed model for self-organizing transport system is constructed.

Статья поступила в редакцию 31.05.2012.